

Analisis Ketersediaan dan Kebutuhan Air Bersih Masyarakat Popayato

*Eka Saputri¹, Rawiyah Husnan², Barry Labdul³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango, Gorontalo, Indonesia

*Corresponding Author, Received: Jan. 2024, Revised: Mei. 2024, Accepted: Juli. 2024

ABSTRAK: Kecamatan Popayato dan Popayato Timur merupakan wilayah yang didominasi oleh pemukiman dan pertokoan. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan bertambahnya konsumsi air bersih, sehingga dilakukan penelitian tentang analisis ketersediaan dan kebutuhan air bersih masyarakat Popayato. Metode analisis yang digunakan adalah dengan analisa proyeksi jumlah penduduk menggunakan metode geometrik, metode antartika, metode eksponensial serta pemilihan metode proyeksi penduduk. Analisis juga dilakukan pada kebutuhan air bersih berupa kebutuhan air domestik, kebutuhan air non domestik, kebutuhan air total, hingga kebutuhan air rata-rata. Hasil analisis menunjukkan besarnya kebutuhan air total daerah Kecamatan Popayato dan Popayato Timur di tahun 2034 adalah 0,0385 m³/det. Neraca Air di Sungai Popayato Maleo menunjukkan bahwa debit Sungai Popayato Maleo tidak terjadinya defisit debit jika dilihat dari data ketersediaan air yang ada dengan kebutuhan air masyarakat Kecamatan Popayato dan Popayato Timur.

Kata kunci: Hidrologi, Debit Air, Sumber Daya Air, Ketersediaan Air Bersih, Analisis Kebutuhan Air.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber kehidupan yang sangat penting bagi semua makhluk hidup, termasuk manusia. Kebutuhan akan air tidak hanya terbatas pada konsumsi langsung seperti minum, tetapi juga untuk berbagai keperluan lainnya seperti mencuci, mandi, memasak dan aktivitas sehari-hari lainnya [6]. Ciri-ciri air bersih yang ideal yaitu jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau dan bebas dari kuman patogen. Kuantitas air mengacu pada jumlah air bersih yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari masyarakat. Ketersediaan air dalam jumlah yang cukup sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia [1].

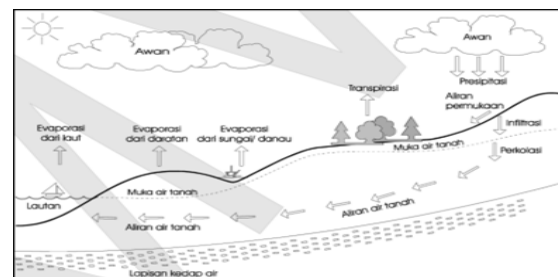
Kecamatan Popayato dan Popayato Timur merupakan wilayah yang didominasi oleh pemukiman dan pertokoan. Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat mengakibatkan bertambahnya konsumsi air bersih. Jumlah penduduk di Kecamatan Popayato dan Popayato Timur yang menggunakan layanan PDAM berjumlah 5.537 jiwa dan 9.844 jiwa menggunakan sumur bor dan sumur gali di tahun 2023. Permasalahan yang sering terjadi di PDAM menyebabkan banyak masyarakat yang tidak menggunakan layanan PDAM dan memilih menggunakan sumur bor dan sumur gali. Bertambahnya jumlah penduduk setiap tahun berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih. Ketersediaan air yang ada belum tentu mampu mengimbangi kebutuhan air bersih yang terus meningkat, oleh karena itu jumlah penduduk di

tahun 2023 berjumlah 15.382 jiwa dan di tahun 2034 berjumlah 17.231 jiwa. Sehingga dilakukan penelitian tentang analisis ketersediaan dan kebutuhan air bersih masyarakat Popayato.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat, gas dalam atmosfer serta diatas dan dibawah permukaan tanah [13]. Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir kelaut kembali. Siklus hidrologi ditunjukkan pada Gambar 1 [12].



Gambar 1 Siklus Hidrologi (Soemarto, 1987)

2.2 Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air (debit) yang diperkirakan terus menerus ada disuatu lokasi (bendung atau bangunan air lainnya) di sungai dengan jumlah tertentu dan dalam jangka waktu (periode) tertentu. Sumber air utama dalam pengolahan alokasi air adalah sumber air permukaan dalam bentuk air di sungai, saluran, danau dan tampungan lainnya. Penggunaan air tanah kenyataannya sangat membantu pemenuhan kebutuhan air baku dan air irigasi pada daerah yang sulit mendapatkan air permukaan, akan tetapi keberlanjutannya perlu dijaga dengan pengambilan yang terkendali di bawah debit aman (*safe yield*). Perhitungan ketersediaan debit andalan dilakukan dengan analisis ketersediaan air menggunakan data debit andalan, prosedur tahun dasar perencanaan (*basic year*) dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (1)$$

dengan:

P = probabilitas (%)

N = jumlah data

M = nomor urut data

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca aliran masuk dan keluar pada suatu tempat tertentu dalam jangka waktu tertentu, sehingga dapat diketahui apakah terdapat kelebihan (*surplus*) atau kekurangan (*defisit*) air, Pengukuran ketersediaan air pada suatu Daerah dapat ditentukan berdasarkan kondisi iklim daerah tersebut.

Neraca air: *inflow-outflow* (2)

dengan:

inflow = aliran masuk

outflow = aliran keluar

Pengukuran debit sumber air untuk mengetahui luas penampang basah dan kecepatan aliran. Debit (*discharge*) atau besarnya aliran adalah jumlah arus yang mengalir

melalui penampang saluran per satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik (m^3/s) atau liter per detik (l/s). Aliran adalah pergerakan air di dalam alur saluran, sehingga dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = (A \times v) \quad (3)$$

dengan:

Q = debit (m^3/s)

A = luas bagian penampang basah saluran (m^2)

V = kecepatan aliran rata-rata saluran (m/s).

2.3 Penurunan Data Debit Berdasarkan Data Hujan

Apabila data debit tidak tersedia analisis ketersediaan air dapat dilakukan dengan menggunakan model hujan aliran. Umumnya data hujan tersedia dalam jangka waktu panjang, sementara data debit dalam jangka waktu pendek pada suatu DAS. Untuk itu dibuat hubungan antara

data debit dengan data hujan dalam periode waktu yang sama, selanjutnya berdasarkan hubungan tersebut dibangkitkan debit berdasarkan data dalam periode waktu yang sama dengan data hujan. Data beberapa metode untuk mendapatkan hubungan antara data debit dan data hujan, diantaranya adalah Model Regresi, Model Mock, Model Tangki

2.4 Debit Andalan Berdasarkan Data Debit Bulanan

Debit dengan probabilitas 80% adalah debit yang memiliki kemungkinan terlampaui sebesar 80% dari 100% kejadian. Jumlah data minimum yang diperlukan untuk analisis adalah lima tahun dan pada umumnya untuk memperoleh nilai yang baik data yang digunakan hendaknya jumlah 10 tahun data. Menurut Saragi [8] untuk menghitung debit bulanan rata-rata dapat menggunakan Metode *F.J Mock*. *Dr. F.J. Mock* telah memperkenalkan metode perhitungan aliran sungai dengan menggunakan data curah hujan, evapotranspirasi potensial dan karakteristik hidrologi DAS untuk memprediksi besar debit sungai dengan interval waktu bulanan. Cara ini dikenal dengan nama metode *Dr. Mock*. Ketentuan perhitungan yang di perlukan dalam metode *Mock* adalah sebagai berikut [8].

1. Data Meteorologi, yaitu (data curah hujan bulanan dan data hujan harian)
2. Data Klimatologi/iklim, yaitu (data suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan penyinaran matahari)
3. Evapotranspirasi Aktual

$$Ea = Eto \times C \quad (4)$$

4. Keseimbangan air di permukaan tanah (ΔS)

- a) Air hujan mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\Delta S = R - Ea \quad (5)$$

dengan:

ΔS = keseimbangan air di permukaan tanah

R = hujan bulanan

Ea = evapotranspirasi aktual

Bila harga positif ($R > Ea$) maka air akan masuk ke dalam tanah bila kapasitas kelembapan tanah belum terpenuhi. Sebaliknya, jika kondisi kelembaban tanah sudah tercapai maka akan terjadi limpasan permukaan (*surface run off*). Bila harga tanah ΔS negative ($R < Ea$), air hujan tidak dapat masuk ke dalam tanah (*infiltrasi*) tetapi air tanah akan keluar dan tanah akan kekurangan air (defisit).

- Kandungan air tanah (SS)

Jika $R > Ea$, maka $SS = 0$

- Limpasan badai (PF = 5%)

Jika $\Delta S > 0$, maka $PF = 0$

Jika $\Delta S < 0$, maka $PF = R \times 0,05$

b) Kapasitas kelembaban air tanah (SMC)

Jika $SS = 0$ maka, kelembaban air tanah = 200

Jika $SS \neq 0$ maka, kapasitas kelembaban air tanah = kandungan air tanah

c) Kelebihan air (WS)

Water surplus di artikan sebagai air hujan (presipitasi) yang telah mengalami evapotranspirasi dan mengisi tampungan tanah (*soil storage*). *Water surplus* ini berpengaruh langsung pada infiltrasi atau perkolasi dan total *run off* yang merupakan komponen debit. Rumus *water surplus* adalah sebagai berikut:

$$WS = R - Ea \quad (6)$$

dengan:

WS = *water surplus*

R = curah hujan

Ea = evapotranspirasi aktual

5. Limpasan dan penyimpanan air tanah

Koefisien C adalah nilai antara laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Nilai koefisien limpasan berdasarkan SNI 03-2415-2016.

a) Infiltrasi

Infiltrasi ditaksir berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Daya infiltrasi ditentukan oleh permukaan lapisan atas dari tanah. Kerikil mempunyai daya infiltrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah liat yang kedap air.

Rumusan infiltrasi adalah sebagai berikut:

$$I = i \times Ws \quad (7)$$

Faktor infiltrasi $i = 0,4$

b) Volume air tanah

$$G = 0,5 (1 + k) \times i \quad (8)$$

c) Penyimpanan volume air tanah

$$L = k \times 100 \quad (9)$$

d) Total volume penyimpanan air tanah

$$Vn = G + L \quad (10)$$

e) Perubahan volume aliran dalam tanah

$$\Delta Vn = Vn - 100 \quad (11)$$

6. Limpasan Langsung

Limpasan langsung adalah limpasan permukaan adalah air yang mengalir diatas permukaan tanah sebagai aliran tipis di permukaan tanah atau sebagai aliran disaluran.

7. Aliran Dasar Sungai (*base flow*)

Base flow adalah sebagian hujan yang terperkolasi ke dalam menembus lapisan tanah dan pada akhirnya mengisi saluran sungai.

2.5 Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dan menjadi air minum setelah direbus terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan sistem air minum. Persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan mutu air yang meliputi mutu fisik, kimia, biologi dan mutu radiasi sehingga tidak menimbulkan efek samping bila dikonsumsi.

2.5.1 Kebutuhan Air Bersih

Menurut Nofizal [7], Kebutuhan air bersih adalah jumlah air yang dibutuhkan untuk melayani penduduk, yang terbagi dalam dua klasifikasi penggunaan air, yaitu domestik dan non-domestik. Untuk melayani masyarakat dengan cakupan pelayanan air bersih, direncanakan kapasitas sistem distribusi air bersih sesuai peruntukannya, yang dibagi menjadi dua klasifikasi penggunaan air, yaitu penggunaan domestik (rumah tangga) dan penggunaan lainnya.

2.5.2 Distribusi Air Bersih

a. Sistem Distribusi Air Bersih

Sistem distribusi merupakan suatu sistem yang terhubung langsung dengan konsumen yang tugas pokoknya adalah menyalurkan air yang memenuhi persyaratan ke seluruh wilayah pelayanan, sistem ini terdiri dari tangki dan pipa distribusi. Tugas pokok sistem distribusi air bersih adalah menyalurkan air bersih kepada para pelanggan yang melayani dengan memperhatikan kualitas, kuantitas dan tekanan air sesuai rencana awal, pelanggan selalu menginginkan ketersediaan air.

b. Sistem Jaringan Perpipaan Air Bersih

Sistem perpipaan berfungsi untuk mengalirkan fluida dari satu lokasi ke lokasi lain. Laju aliran tersebut disebabkan oleh perbedaan tinggi tekanan pada dua lokasi, yang mungkin disebabkan oleh perbedaan ketinggian permukaan air atau penggunaan pompa [11].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Popayato dan Popayato Timur, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo yang lebih jelasnya, lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

3.2 Analisa Data

Data diperoleh dari beberapa instansi terkait diantaranya data jumlah penduduk, data ketersediaan air bersih, data pemakaian air bersih, data debit sungai, yang berfokus pada studi kasus yakni di Kecamatan Popayato dan Popayato Timur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ketersediaan Air Bersih

1. Debit Sungai

Hasil data dari debit sungai diperoleh dari Balai Wilayah Sungai (BWS) Wilayah II, ditunjukkan Pada Tabel 1.

Tabel 1. Debit Sungai Popayato

DEBIT BULANAN (m3/det)												
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
2013	4,43	7,15	8,59	14,89	9,72	4,43	8,98	5,82	0,30	6,44	9,21	13,79
2014	12,84	12,49	14,33	18,48	28,52	17,93	21,44	14,34	9,32	12,43	21,33	37,55
2015	16,71	16,50	16,46	17,04	16,65	14,70	9,39	7,08	7,48	9,62	10,23	11,75
2016	9,97	7,35	6,31	6,02	7,89	10,71	7,72	3,92	7,09	9,37	12,08	9,11
2017	0,03	0,0043	0,04	2,35	9,69	10,99	5,95	5,04	2,98	5,39	8,03	8,66
2018	9,03	7,35	39,13	33,36	27,02	22,38	17,38	12,59	10,17	8,35	8,06	7,73
2019	13,40	11,27	7,59	0,01	3,82	11,94	6,83	4,16	3,21	2,75	2,74	1,47
2020	2,45	1,56	3,31	4,68	3,50	3,65	2,92	2,17	3,33	6,20	4,68	3,51
2021	8,12	4,49	4,19	8,22	19,00	5,82	6,28	4,62	6,47	5,51	5,96	3,58
2022	6,67	6,39	7,45	6,35	6,86	4,16	4,25	3,75	2,93	3,99	6,30	8,10
Rata2	8,36	7,45	10,74	11,14	13,27	10,67	9,11	6,35	5,33	7,00	8,86	10,53

(BWS, 2024)

1. Debit Andalan

Berdasarkan Tabel 2, ketersediaan air sungai Popayato Maleo berdasarkan tingkat keandalannya yang diperoleh dari hasil debit bulanan 10 tahun terakhir. Probabilitas berdasarkan urutan keterandalannya berkisar antara 9,09%-90,91% . Perhitungan interpolasi untu Q_{80} (80%) dengan urutan keterandalan 72-73%-81,82% dan Q_{90} (90%)

dengan urutan keterandalan 81,82%-90,91%. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Contoh perhitungan probabilitas dari data ketersediaan air Sungai Popayato Maleo dengan debit keandalanya.

$$P = \frac{1}{10+1} \times 100 \% = 0,09 \times 100 = 9,09 \%$$

Tabel 2. Ketersediaan Air Sungai Popayato dengan Tingkat Keandalan (m³/det)

NO	m n+1	P (%)	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des
1	0,09	9,09	16,7	16,5	39,1	33,4	28,5	22,4	21,4	14,3	10,2	12,4	21,3	37,6
2	0,18	18,18	13,4	12,5	16,5	18,5	27,0	17,9	17,4	12,6	9,3	9,6	12,1	13,8
3	0,27	27,27	12,8	11,3	14,3	17,0	19,0	14,7	9,4	7,1	7,5	9,4	10,2	11,8
4	0,36	36,36	10,0	7,3	8,6	14,9	16,6	11,9	9,0	5,8	7,1	8,3	9,2	9,1
5	0,45	45,45	9,0	7,3	7,6	8,2	9,7	11,0	7,7	5,0	6,5	6,4	8,1	8,7
6	0,55	54,55	8,1	7,1	7,4	6,3	9,7	10,7	6,8	4,6	3,3	6,2	8,0	8,1
7	0,64	63,64	6,7	6,4	6,3	6,0	7,9	5,8	6,3	4,2	3,2	5,5	6,3	7,7
8	0,73	72,73	4,4	4,5	4,2	4,7	6,9	4,4	6,0	3,9	3,0	5,4	6,0	3,6
9	0,82	81,82	2,5	1,6	3,3	2,3	3,8	4,2	4,3	3,8	2,9	4,0	4,7	3,5
10	0,91	90,91	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	3,7	2,9	2,2	0,3	2,7	2,7	1,5

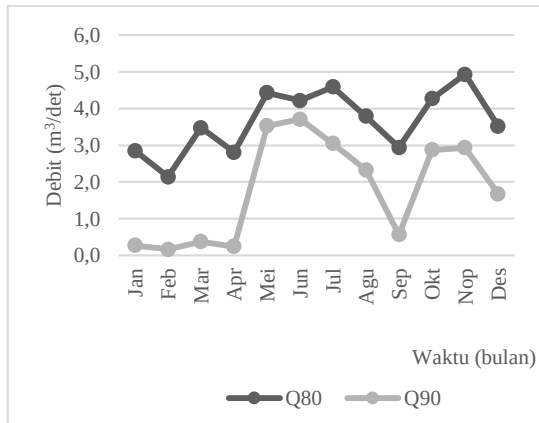
Langkah pertama dalam menentukan debit andalan pada titik tinjau adalah hasil perhitungan debit rata-rata bulanan Sungai Popayato Maleo diurutkan dari yang terkecil ke yang terbesar. Hasil Interpolasi dapat dilihat pada Tabel 3 dengan nilai Q_{80} didapat debit andalannya berkisar anantara 2,14-4,93 m³/detik (rata-rata 3,66 m³/detik) dengan nilai debit

maksimum terjadi pada bulan November dan minimumnya terjadi pada bulan Februari, dan Q_{90} debit andalannya berkisar antara 0,16-3,71 m³/detik (rata-rata 1,81 m³/detik dengan nilai maksimum terjadi pada bulan Juni dan minimum pada bulan Februari.

Tabel 3. Nilai Debit Andalan Sungai Popayato Maleo dengan Q_{80} dan Q_{90}

BULAN	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nop	Des	Rata2
Q 80	2,85	2,14	3,48	2,81	4,43	4,22	4,59	3,79	2,94	4,27	4,93	3,52	3,66
Q 90	0,27	0,16	0,37	0,24	3,53	3,71	3,05	2,33	0,56	2,87	2,93	1,67	1,81

Hasil Interpolasi pada Tabel 3, dengan nilai Q_{80} didapat debit andalannya berkisar antara 2,14 – 4,93 m³/detik (rata-rata 3,66 m³/detik) dengan nilai debit maksimum terjadi pada Bulan November dan minimum pada Bulan Februari, dan Q_{90} debit andalannya berkisar antara 0,16 – 3,71 m³/detik (rata-rata 1,81 m³/detik) dengan nilai maksimum terjadi pada Bulan Juni dan minimum pada Bulan Februari. Grafik dari hubungan antara nilai debit andalan Q_{80} dan Q_{90} ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Grafik Hubungan Andalan dengan debit Bulanan

4.2 Analisis Kebutuhan Air

1. Proyeksi Jumlah Penduduk

Berikut merupakan data jumlah penduduk Kecamatan Popayato dan Popayato Timur masing-masing Desa mulai tahun 2019-2022 pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Penduduk Kecamatan Popayato dan Popayato Timur

No	Desa	Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		2019	2020	2021	2022	2023
1	Bunto	865	886	891	804	909
2	Popayayo	1076	1082	1091	1097	1102
3	Trikora	897	901	906	915	920
4	Bukit Tinggi	1170	1174	1180	1190	1195
5	Telega Biru	1220	1226	1230	1240	1245
6	Telaga	1299	1311	1320	1331	1340
7	Torosiaje	1385	1400	1420	1435	1501
8	Torosiaje Jaya	1564	1580	1592	1605	1620
9	Bumi Bahasi	774	790	805	813	823
10	Maleo	4677	4686	4699	4714	4727

(BPS Kabupaten Pohuwato, 2024)

Berdasarkan Tabel 4, untuk mengetahui laju pertumbuhan penduduk masing-masing desa, terlebih dahulu dihitung laju pertumbuhan penduduk untuk 10 tahun kedepan. Berikut adalah contoh perhitungan laju penduduk dari Desa Bunto.

a. Menghitung laju pertumbuhan penduduk (i)

$$i = \frac{P_n - P_0}{P_0 \times 100} \quad (12)$$

Diketahui : Jumlah penduduk Desa Bunto tahun 2019 berjumlah 865 jiwa, tahun 2020 sebanyak 886

jiwa, tahun 2021 sebanyak 891 jiwa, tahun 2022 sebanyak 904, tahun 2023 sebanyak 909 jiwa. Sehingga dari jumlah penduduk di atas dapat dihitung sebagai berikut:

$$i_1 = \frac{886-865}{865} \times 100 = 2,43\%$$

$$i_2 = \frac{891-886}{886} \times 100 = 0,56\%$$

$$i_3 = \frac{904-891}{891} \times 100 = 1,46\%$$

$$i_4 = \frac{909-904}{904} \times 100 = 0,55\%$$

$$i = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4}$$

$$i_1 = \frac{2,43\% + 0,56\% + 1,46\% + 0,55\%}{4} = 1,25\%$$

b. Metode proyeksi jumlah penduduk

Diketahui : Jumlah penduduk Desa Bunto 2019 berjumlah 865 jiwa dengan pertumbuhan penduduk sebesar 1,25%.

1) Metode Geometrik

$$P_n = P_0 (1 + i)^n \quad (13)$$

$$P_0 = 865 (1 + 1,25\%)^0 = 865 \text{ jiwa}$$

$$P_1 = 865 (1 + 1,25\%)^1 = 876 \text{ jiwa}$$

$$P_2 = 865 (1 + 1,25\%)^2 = 887 \text{ jiwa}$$

$$P_3 = 865 (1 + 1,25\%)^3 = 898 \text{ jiwa}$$

$$P_4 = 865 (1 + 1,25\%)^4 = 909 \text{ jiwa}$$

2) Metode Aritmatika

$$P_n = P_0 (1 + in) \quad (14)$$

$$P_0 = 865 (1 + 125\% \times 0) = 865 \text{ jiwa}$$

$$P_1 = 865 (1 + 125\% \times 1) = 876 \text{ jiwa}$$

$$P_2 = 865 (1 + 125\% \times 2) = 887 \text{ jiwa}$$

$$P_3 = 865 (1 + 125\% \times 3) = 897 \text{ jiwa}$$

$$P_4 = 865 (1 + 125\% \times 4) = 908 \text{ jiwa}$$

3) Metode Eksponensial

$$P_n = P_0 \cdot e^{(in)} \quad (15)$$

$$P_0 = 865 \times 2,718^{(1,25\% \times 0)} = 865 \text{ jiwa}$$

$$P_1 = 865 \times 2,718^{(1,25\% \times 1)} = 876 \text{ jiwa}$$

$$P_2 = 865 \times 2,718^{(1,25\% \times 2)} = 887 \text{ jiwa}$$

$$P_3 = 865 \times 2,718^{(1,25\% \times 3)} = 898 \text{ jiwa}$$

$$P_4 = 865 \times 2,718^{(1,25\% \times 4)} = 910 \text{ jiwa}$$

4) Uji Korelasi Sederhana

Nilai koefisien korelasi dapat dihitung dengan bantuan Microsoft Excel 2010 yaitu dengan fungsi “=CORREL (array1;array2)”, dimana nilai koefisien korelasi (r) yang mendekati nilai $r = 1$ atau $r = -1$ digunakan. Hasil uji korelasi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Korelasi Bunto

Tahun	Tahun Ke-n	i (%)	Jumlah				Hasil Perhitungan	
			Statistik	Geometrik	Aritmatika	Ekspensial		
2019	0	1,25	865	865	865	865		
2020	1	1,25	886	876	876	876		
2021	2	1,25	891	887	887	887		
2022	3	1,25	904	898	897	898		
2023	4	1,25	909	909	908	910		
Koefisien Korelasi				0,96	0,95	0,97		

c. Proyeksi jumlah penduduk
Proyeksi jumlah penduduk masing-masing desa di Wilayah Kecamatan Popayato dan Popayato Timur tahun 2024 menggunakan perhitungan menggunakan Metode Eksponensial.

Perhitungan jumlah penduduk untuk desa lainya di Wilayah Kecamatan Popayato dan Popayato Timur untuk tahun berikutnya ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Proyeksi Jumlah Penduduk Masing-masing Desa 2025-2034

No.	Desa	Proyeksi pertumbuhan jumlah penduduk (jiwa)									
		2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1	Bunto	932	943	955	967	979	992	1004	1017	1030	1042
2	Popayato	1130	1144	1159	1173	1188	1203	1218	1233	1249	1265
3	Trikora	944	956	968	980	992	1005	1017	1030	1043	1056
4	Bukit Tinggi	1225	1241	1256	1272	1288	1304	1321	1337	1354	1371
5	Telaga Biru	1277	1293	1309	1326	1342	1359	1376	1394	1411	1429
6	Telaga	1374	1391	1409	1427	1445	1463	1481	1500	1519	1538
7	Torosiaje	1539	1558	1578	1598	1618	1638	1659	1680	1701	1722
8	Torosiaje Jaya	1661	1682	1703	1724	1746	1768	1790	1812	1835	1858
9	Bumi Bahari	843	854	865	876	887	898	909	921	943	944
10	Maleo	4833	4880	4928	4976	5025	5074	5123	5173	5224	5275
Total		15758	15942	16129	16318	16509	16703	16899	17097	17209	17500

4.3 Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan hasil perhitungan, proyeksi pertambahan penduduk, proyeksi perkembangan fasilitas umum, diketahui bahwa kebutuhan air untuk Kecamatan Popayato dan Popayato Timur dari tahun 2024 Sampai tahun perencanaan 2034 mengalami kenaikan.
Berikut contoh perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih untuk Kecamatan Popayato tahun 2024.

Diketahui:

- 1. Jumlah penduduk tahun 2034 = 15,575 jiwa
- 2. Cakupan pelayanan = 36%
- 3. Penduduk terlayani = 5.607 jiwa
- 4. Target pelayanan = 100 %
- 5. Pemakaian air (SR) =60 liter/orang/hari

- 6. Konsumsi Non Domestik = 15-30%
- 7. Kehilangan air =5% liter/detik
- 8. Faktor air maksimum = 1.1
- 9. Kebutuhan puncak = 1.75 m³/detik
- 10. Hidran Umum (H_U) =3,6 liter/detik

Sehingga

1. Kebutuhan Domestik (SR)

$$qD = JP \times (p1\%) \times S$$
$$= (c) \times (d) \times (e)$$
$$= 5.607 \times 100\% \times 60$$
$$= 336421 \text{ lt/hari}$$
$$= 3,894 \text{ liter/detik}$$

(16)

2. Kebutuhan Non Domestik

$$qnD = (nD\%) \times qD$$
$$= (f) \times c$$
$$= 15\% \times 3,894$$

(17)

$$\begin{aligned}
 &= 7,073 \text{ liter/detik} \\
 3. \text{ Kebutuhan Air Total} \\
 q_T &= q_D + q_{nD} \quad (18) \\
 &= a + b + HU \\
 &= 3,894 + 7,073 + 3,61 \\
 &= 14,572 \text{ liter/detik} \\
 4. \text{ Kehilangan Air} \\
 q_{HL} &= q_T \times (K_t \%) \quad (19) \\
 &= c \times (g) \\
 &= 14,572 \times 5\% \\
 &= 0,729 \text{ liter/detik} \\
 5. \text{ Kebutuhan Air Rata-rata} \\
 q_{RH} &= q_T + q_{HL} \quad (20) \\
 &= 14,572 + 0,729 \\
 &= 15,301 \text{ liter/detik} \\
 &= 0,0153 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 6. \text{ Kebutuhan Air Maksimum} \\
 q_m &= q_{RH} \times F \quad (21) \\
 &= e \times (i) \\
 &= 0,0153 \times 1.75 \\
 &= 0,0267 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 30 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan domestik dan non domestik sampai akhir masa perencanaan adalah 15,301 l/det didapatkan dari perhitungan kebutuhan air ditahun 2024 sehingga kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut.

$$Q_{prond} = Q_{total} - f_{md}$$

$$Q_{prond} = 15,01 \text{ l/det} \times 1.20$$

$$Q_{prond} = 18,36114 \text{ l/det}$$

Berikut contoh perhitungan proyeksi kebutuhan air bersih untuk Kecamatan Popayato tahun 2034

Diketahui:

1. Jumlah penduduk tahun 2034 = 17.500 jiwa
2. Cakupan pelayanan = 95%
3. Penduduk terlayani = 16.625 jiwa
4. Target pelayanan = 100 %
5. Pemakaian air (SR) = 80 liter/orang/hari
6. Konsumsi Non Domestik = 15-30%
7. Kehilangan air = 5% liter/detik
8. Faktor air maksimum = 1.1
9. Kebutuhan puncak = 1.75 m³/detik
10. Hidran Umum (H_U) = 8,10 liter/detik

Sehingga

1. Kebutuhan Domestik (SR)
$$\begin{aligned}
 q_D &= JP \times (p1\%) \times S \\
 &= (c) \times (d) \times (e) \\
 &= 17.500 \times 100\% \times 80 \\
 &= 133,0036 \text{ lt/hari} \\
 &= 15,394 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Non Domestik
$$\begin{aligned}
 q_{nD} &= (nD\%) \times q_D \\
 &= (f) \times c \\
 &= 15\% \times 15,394 \\
 &= 13,504 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$
3. Kebutuhan Air Total
$$\begin{aligned}
 q_T &= q_D + q_{nD} \\
 &= a + b + HU \\
 &= 15,394 + 13,504 + 8,10 \\
 &= 37,000 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$
4. Kehilangan Air
$$\begin{aligned}
 q_{HL} &= q_T \times (K_t \%) \\
 &= c \times (g) \\
 &= 37,000 \times 5\% \\
 &= 1,850 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$
5. Kebutuhan Air Rata-rata
$$\begin{aligned}
 q_{RH} &= q_T + q_{HL} \\
 &= 37,000 + 1,850 \\
 &= 38,849 \text{ liter/detik} \\
 &= 0,0388 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$
6. Kebutuhan Air Maksimum
$$\begin{aligned}
 q_m &= q_{RH} \times F \\
 &= e \times (i) \\
 &= 0,0388 \times 1.75 \\
 &= 0,07 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 70 \text{ liter/detik}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka debit yang dibutuhkan untuk melayani kebutuhan air bersih Kecamatan Popayato dan Popayato Timur tahun 2034 sebesar 70 liter/detik.

Total kebutuhan domestik dan non domestik sampai akhir masa perencanaan adalah 38,470 l/det didapatkan dari perhitungan kebutuhan air ditahun 2034 sehingga kapasitas produksi dapat dihitung sebagai berikut.

$$Q_{prond} = Q_{total} - f_{md}$$

$$Q_{prond} = 38,849 \text{ l/det} \times 1.20$$

$$Q_{prond} = 46,618 \text{ l/det}$$

Berdasarkan data dari PDAM Tirta Moolango yang melayani Kecamatan Popayato dan Popayato Timur total kapasitas terpasang saat ini adalah 30 liter/detik, air yang tersedia di Sungai Popayato Maleo yang masuk ke PDAM 35 liter/detik sehingga air yang akan tersisa di PDAM sekitar 5 liter/detik dan yang tersalurkan ke masyarakat Kecamatan Popayato Maleo 30 liter/detik, sehingga total debit yang direncanakan adalah 46,164 l/det – 30 l/det = 16,164 l/det. Analisis yang didapatkan dari data hasil prediksi kebutuhan air bersih pada tahun 2034 dengan menggunakan metode eksponensial pada tahun 2034 jumlah penduduk Kecamatan Popayato dan Popayato Timur

mengalami pertumbuhan hingga 17.231 jiwa sedangkan pada tahun 2023 berjumlah 15.382 jiwa. Dengan demikian dapat diketahui pertumbuhan penduduk rata-rata 0,991 pertahun.

Hasil prediksi kebutuhan air pada tahun 2034, dengan metode cakupan pelayanan 80% penduduk, kebutuhan air bersih daerah pelayanan Kecamatan Popayato dan Popayato Timur sebesar 38,470 l/det. Kebutuhan air bersih daerah pelayanan Kecamatan Popayato dan Popayato Timur tahun 2034, kebutuhan harian maksimum 30 l/det. Rekapitulasi kebutuhan domestik dan non domestik pada tahun 2034 sebesar 36,638 l/det, untuk menentukan besarnya kebutuhan air total perlu di perhitungkan juga besarnya kebocoran/kehilangan air dari sistem besarnya kehilangan air diperkirakan 5% dari kebutuhan air total pada tahun 2034 sebesar 1,832 l/det dan untuk menentukan kapasitas produksi dari kapasitas bangunan air.

4.4 Analisis Ketersediaan Air Bersih

Berdasarkan data yang diperoleh dari PDAM Tirta Moolango Kecamatan Popayato dan Popayato Timur, potensi sumber mata air dengan debit yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih Kecamatan Popayato dan Popayato Timur,

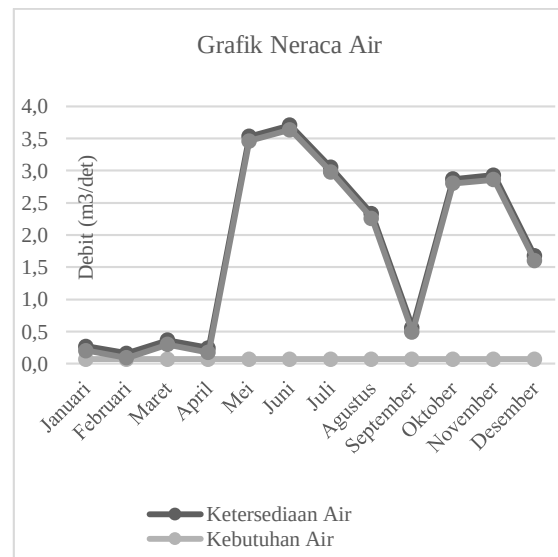
Dapat diketahui bahwa jumlah ketersediaan sumber air saat ini ($55 > 38.470$) masih mampu untuk memenuhi kebutuhan wilayah Kecamatan Popayato sampai dengan tahun 2034.

4.5 Analisis Neraca Air

Terjadinya kekurangan air dilokasi yang diteliti. Pertumbuhan penduduk Kecamatan Popayato dan Popayato Timur pada tahun 2034 sebesar 17.231 jiwa, maka diperoleh kebutuhan air menurut Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya sebesar $0,07 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk menghitung keseimbangan antara ketersediaan (Tabel 7) dan kebutuhan air pada tahun 2034 di Sungai Popayato Maleo yang ditunjukkan pada Tabel 7 dan Gambar 4.

Tabel 7. Neraca Air 2034

Bulan	Ketersediaan air (m ³ /det)	Kebutuhan air (m ³ /det)	Neraca air	Ket
Januari	0,27	0,07	0,20	Terpenuhi
Februari	0,16	0,07	0,09	Terpenuhi
Maret	0,37	0,07	0,30	Terpenuhi
April	0,24	0,07	0,17	Terpenuhi
Mei	3,53	0,07	3,46	Terpenuhi
Juni	3,71	0,07	3,64	Terpenuhi
Juli	3,05	0,07	2,98	Terpenuhi
Agustus	2,33	0,07	2,26	Terpenuhi
September	0,56	0,07	0,49	Terpenuhi
Oktober	2,87	0,07	2,80	Terpenuhi
November	2,93	0,07	2,86	Terpenuhi
Desember	1,67	0,07	1,60	Terpenuhi



Gambar 4. Grafik Neraca Air 2034

5. Kesimpulan

Ketersediaan air bersih di PDAM Tirta Moolango pada tahun 2023 adalah 30 lt/det, air yang tersedia di Sungai Popayato Maleo sebesar 35 lt/det, air yang tersisa di PDAM 30 liter/detik sebab air yang tersalurkan kepada masyarakat Kecamatan Popayato dan Popayato Timur sebesar 30 liter/detik, sehingga masih dapat memenuhi kebutuhan air bersih, berdasarkan perhitungan debit andalan sungai popayato maleo adalah 1.810 l/detik, Berdasarkan perhitungan metode neraca didapatkan besar debit andalan pada tahun 2034,

dimana debit minimum pada bulan April yaitu 0,24 m³/det dan debit maksimum pada bulan Juni yaitu 3,71 m³/detik. Besarnya kebutuhan air total daerah Kecamatan Popayato dan Popayato Timur di tahun 2034 adalah 0,0385 m³/detik. Neraca Air di Sungai Popayato maleo menunjukkan bahwa debit Sungai Popayato Maleo tidak terjadinya defisit debit jika dilihat dari data ketersediaan air yang ada dengan kebutuhan air masyarakat Kecamatan Popayato dan Popayato Timur.

6. REFERENCES

- [1] Aronggear, T. E., Supit, C. J., & Mamoto, J. D. (2019). Analisis kualitas dan kuantitas penggunaan air bersih PT. Air Manado Kecamatan Wenang. *Jurnal Sipil Statik*, 7(12).
- [2] Badan Pusat Sasistika. (2024). *Provinsi Gorontalo Dalam Angka 2024*. BPS.
- [3] BWS Sulawesi II. (2024). *Analisis Hidrologi*. BWS
- [4] Darmayasa, I. K. A., Aryastana, P., & Rahadiani, A. A. S. D. (2018). Analisis kebutuhan air bersih masyarakat Kecamatan Petang. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 7(1), 41-52.
- [5] Dinas, P. U. (1996). *Kriteria Perencanaan Air Bersih. Ditjen Cipta Karya Dinas PU*.
- [6] Mulyadi, N. M., Novita, E., Nurhayati, N., Teknologi Agroindustri, M., Teknologi Pertanian, F., Jember Jalan Kalimantan, U., & Tegalboto, K. (2018). Kelayakan Distribusi Dan Ketersediaan Air Bersih Di Desa Mojo Kecamatan Padang Kabupaten Lumajang The Feasibility of Distribution and Availability of Clean Water in Mojo Village Padang Subdistrict of Lumajang Regency. In *Kelayakan Distribusi dan Ketersediaan Air Bersih... Jurnal Agroteknologi* (Vol. 12, Issue 01).
- [7] Nofrizal, N., & Saputra, R. A. (2021). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Wilayah Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 276-281.
- [8] Nasional, B.S. (2016). *Tata cara perhitungan debit banjir rencana*. SNI, 2415, 2016.
- [9] Pratama, D.M. (2016). Analisis Kebutuhan Dan Ketersediaan Air Bersih Di Wilayah Kecamatan Sukamulia Kabupaten Lombok Utara.
- [9] Primandani, V. C., Purwono, N. A. S., & Barkah, A. (2022). Analisis kebutuhan dan ketersediaan air bersih di wilayah pelayanan instalasi pengolahan air gunung tugel pdam tirta satria Banyumas. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(1), 112-121.
- [10] Saragi, T. E., Oktavianus Zai, E., & Zebua, E. (2023). Analisa Debit Andalan (Studi Kasus Pada Pltm Parmongan Ii). In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 2, Issue 2).
- [11] Saputra, B. A. (2019). Analisis Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Perusahaan Daerah Air Minum Kota Salatiga). *Skripsi, Universitas Negeri Semarang*.
- [12] Soemarto, C. D. (1987). *Hidrologi teknik*.
- [13] Triatmojo, Bambang. (1993) *Hidrolika I*. Yogyakarta : Beta Offset